

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

**Фирсова Н. В.**

*Руководитель – к.т.н., Крылова С. Е.*

Орский гуманитарно-технологический институт, г. Орск

e-mail: [d33d1@yandex.ru](mailto:d33d1@yandex.ru)

Стали 4Х5МФС и 5ХНМ относятся к инструментальным штамповым сталям для горячего деформирования. Число сталей этой группы и разнообразие их составов за последние годы значительно возросло в связи с все более расширяющимся применением в технике способов горячего деформирования, особенно штамповки, прессования, выдавливания различных, в том числе трудно деформируемых, сплавов.

Работа сталей этого назначения происходит в условиях попеременного нагрева рабочей поверхности и последующего охлаждения. Стали такого назначения должны обладать комплексом различных свойств, многие из которых изменяются в зависимости от условий работы штампа или пресс-формы. Наиболее важны следующие свойства:

- высокое сопротивление пластической деформации, превышающее аналогичные свойства обрабатываемого металла и обеспечивающее не только возможность деформирования, но и сохранение неизменными точных и часто сложных размеров и формы штампа;
- высокая теплостойкость, обеспечивающая сохранение требуемых механических свойств и износостойкости при высоком нагреве;
- высокая разгаростойкость, т. е. сопротивление термической усталости, вызываемой попеременным нагревом и охлаждением рабочей поверхности.

В качестве исследуемого материала были использованы штамповые стали 4Х5МФС и 5ХНМ.

Исследования включали в себя обоснование выбора режимов термической обработки, многочисленные механические испытания стандартных образцов на растяжение и ударный изгиб, металлографический анализ структуры выбранной стали, фратографический анализ изломов, испытания на горячую твердость и окалиностойкость.

По своему химическому составу данные стали относятся, к легированным с содержанием углерода от 0,3 до 0,5%. Известно, что легирующие элементы оказывают сильное влияние на кинетику распада переохлажденного аустенита.

Все используемые в этих сталях легирующие элементы, растворенные в аустените (Cr, Ni, Mn, Mo, V), замедляют перлитное превращение, сдвигая верхнюю часть кривой изотермического распада аустенита вправо. Металлографический анализ структуры термообработанных сталей позволил определить, что при распаде аустенита сталей 4Х5МФС И 5ХНМ, легированных карбидообразующими элементами, имеет место выделение специальных карбидов  $M_{23}C_6$ ,  $M_7C_3$  и легированного цементита  $(Fe,M)_3C$ , для чего необходимы значительные диффузионные перемещения легирующих элементов и углерода в переохлажденном аустените.

Также известно, что легирующие элементы не только сами имеют малый коэффициент диффузии, но отдельные из них (Mo, W) замедляют диффузию углерода в аустените. Некоторые легирующие элементы (Cr, Ni) замедляют  $\gamma \rightarrow \alpha$ -превращение, являющееся составной частью перлитного превращения. Все сказанное говорит о значительном замедлении перлитного превращения в легированных сталях.

Исследуя показания твёрдости сталей 5ХНМ и 4Х5МФС при различных температурах нагрева можно сделать следующие выводы:

- горячая твёрдость зависит от исходной твёрдости; разупрочнение развивается почти в прямолинейной зависимости от температуры, сталь с большей исходной твёрдостью сохраняет и большую твёрдость при нагреве до высоких температур;

- чем выше температура фазового превращения, тем больше теплостойкость;

- теплостойкость стали 5ХНМ сохраняется до температуры нагрева 400 °С и составляет 42-35 HRC, что сильно уступает стали 4Х5МФС, которая сохраняет такую же теплостойкость до температуры нагрева 600 °С.

В результате проведённого фрактографического анализа изломов было выявлено, что:

- для стали 4Х5МФС оптимальным интервалом температур отпуска является интервал температур от 570 °С до 620 °С при этих температурах сталь приобретает необходимый набор пластических свойств необходимых для сталей горячего деформирования.

- сталь 5ХНМ приобретает довольно хорошее сочетание прочностных и пластических характеристик при температурах отпуска до 550 °С дальнейшее увеличение температуры отпуска ведёт к значительной пластической деформации стали то есть к потере стойкостных качеств.